中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(4)：419～429（1998）

稻穀不同儲存方式對積穀害蟲族群之影響[1]

姚美吉[2] 楊敏宗[3] 羅幹成[2]

摘要：台灣稻穀最常以 PP 袋平倉堆疊方式儲存，而棧板堆疊及太空包裝儲存則漸受喜愛。本試驗在銅鑼農會比較 PP 袋平倉堆疊儲存與太空包裝儲存期間積穀害蟲之族群變化，調查發現其害蟲密度隨季節波動，夏季高溫時害蟲繁殖快速成長，冬季低溫時密度最低。調查期間(1996 年 8 月至 1998 年 8 月)共發現害蟲 10 種及捕食性天敵 2 種，主要害蟲爲穀蠹(*Rhyzopertha dominica* Fabricius)，佔所有害蟲數之 86.8%；其次爲麥蛾(*Sitotroga cerealella* Olivier)，佔 5.9%。粗腿花椿(*Xylocoris flavipes* (Reuter))爲主要天敵，其族群密度亦與害蟲密度成正相關。害蟲之爲害部位主要在上層及下層，中間部位則較輕微。比較兩種儲存方式之害蟲密度與稻穀爲害率均無顯著差異。在南投市農會比較三種方式儲存對積穀害蟲密度之影響，發現棧板堆疊時麥蛾爲最優勢種，平均佔 95.8%。PP 袋平倉堆疊及太空包裝儲存，仍以穀蠹數量最多。相較於 PP 袋平倉堆疊，棧板堆疊及太空包裝儲存並未造成害蟲更嚴重爲害，在未來可推薦這兩種新的儲穀方式應用於稻穀儲存，將更有效率而經濟。

關鍵詞：PP 袋平倉堆疊、太空包裝堆疊、棧板堆疊、積穀害蟲、穀蠹、麥蛾、粗腿花椿。

前　言

水稻爲台灣最重要糧食作物，最高年產量曾高達 342 萬噸。近年因農業政策改變及鼓勵轉作等因素，使產量逐年下降，但在 1995 年產量尙達 207 萬噸[20]。稻穀於收穫烘乾後進倉儲藏，以供應全年民生需求及其他需要如製造飼料、釀酒…等，儲存時間少則半年，長則二年以上，因此害蟲防治成爲穀倉管理上重要一環[2]。在 1955 年之前，糧倉甚少合於標準，因通風設備欠佳，屋頂單薄，使倉庫內部溫度高出外界 3-5℃，助長害蟲繁殖，使儲存 4 個月以上之積穀蟲害損失率就高達 6%[9]。隨後在政府大量補助興建新式糧倉及改善蟲害防治方法下，到 1980 年再調查，稻穀儲存一年後蟲害損失率約爲 2 %[18]。若以 1996 年稻穀收購數量 29.7 萬噸進行估算，每公斤稻穀 19.91 元，一年後之損失將達 1.18 億元，稻穀損失率雖明顯下降，但實際損失量仍相當可觀。

台灣稻穀儲藏方式，在 1980 年以前主要以散裝儲存，因其成本低、儲存方便、少人工，但缺點是散裝易造成穀物發熱或回潮現象，造成稻穀變質。因此張長泉等探討以袋裝方式儲藏的可行性，評估結果袋裝倉庫儲存除可避免散裝倉庫儲存缺失外，在儲穀及搬運上均較便利，且其稻穀品質較佳。缺點是袋裝倉儲成本較高，且害蟲發生也較嚴重[8]。但因袋裝方式仍有諸多優點，故大部份穀倉逐漸改爲袋裝儲藏。於 1993 年在台灣各地穀倉調查時，以袋裝儲藏的穀倉約佔所有穀倉之 96.3%，若再扣除儲存雜糧的圓筒倉，其比例更高達 98.5%，顯見以 PP 袋包裝的平倉堆疊方式已廣爲倉庫管理者接受

1. 台灣省農業試驗所 研究報告第 1963 號。
2. 本所應用動物系助理研究員及研究員兼系主任。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 台灣省糧食處技士。台北市。

[19]。但近年來由於農村勞力不足且有老化趨勢，工資日益昂貴，且許多穀倉在規劃興建時，沒有考慮到配合機械化作業問題，逐漸衍生出許多問題。如袋裝平倉堆疊，在進倉時尚可用機械化擱板式輸送機的倉庫，約佔 48.5%，人工搬運佔 42.9%。但出倉時則因倉庫設計的限制，大部份以人工搬運，佔 61.5%，其次為擱板式輸送機約佔 21.9%[19]。因此以袋裝平倉堆疊儲存方式，在進倉、出倉速度及工作能量上均逐漸暴露出缺點，使倉儲的成本逐年升高。

自 1990 年起政府開始輔導鄉鎮農會設置「穀物乾燥中心」，直接收購濕穀，統一乾燥後輸送入倉庫儲藏。農民不再自行乾燥稻穀，除可維護稻米品質一致外，尚可減輕人力及搬運費用，使生產成本明顯降低且補助農會購置推高機等機械化設備，以推動稻穀收穫後處理作業之自動化[10,16,17]。因此以棧板推疊或每袋可容一公噸之太空包裝，再配合推高機之作業方式，逐漸廣為一般倉儲管理者所喜好。但使用此方法儲存，是否會造成米質的改變或積穀害蟲之大量發生，則成為一般使用者的隱憂。本試驗將藉由定期監測，以瞭解積穀害蟲族群之變化，來探討不同儲藏方式對積穀害蟲族群之影響，提供未來儲藏方式改良及推廣運用的參考。

材料與方法

一、倉庫稻穀儲存方式

(一)苗栗縣銅鑼農會倉庫第 12、15 號倉，試驗期間自 1996 年 8 月至 1998 年 8 月。材料為 1996 年一期稉稻。對照組為 60 公斤裝之 PP 編織袋，約 150 公噸。試驗組為一公噸裝之太空包裝，約 396 公噸。

(二)南投市農會第 8 號倉，試驗期間自 1995 年 12 月至 1997 年 12 月。材料為 1995 年二期稉稻。對照組為 60 公斤裝之 PP 編織袋。試驗組為一公噸裝之太空包裝及棧板堆疊。

二、積穀害蟲族群密度調查

稻穀於進倉堆疊完畢後，從表層之穀袋內以 Seedburo公司之分格式取樣管進行隨機取樣，每樣品量約 4 公斤，共三重複。往後每隔三個月取樣一次，直至二年儲存期滿為止。每次取樣均調查樣品中所含之積穀害蟲成蟲種類，並計算其成蟲數。三處理之成蟲數以 Duncan's 多變域測驗分析其顯著性，顯著水準為 5 %。

三、清倉時不同部位之害蟲密度及稻穀被害率調查

稻穀儲存兩年後(1998 年 8 月)，清倉時取PP袋對照組之上層、中層(約離上層 8-10 包袋高之穀包)及下層(棧板上之穀包)之前面(門口旁)、中間(離前後約 5 包袋穀)、後面(與太空包相連)部位稻穀，每部位各取 2 公斤，均三重複。太空包之試驗組則取中層(第二層)及下層之前面(與PP袋相連)、內面(離前後約有 5 各太空包)部位稻穀。每次取樣均調查樣品中所含之積穀害蟲種類，並計算其害蟲數。

結　果

一、銅鑼及南投農會穀倉之積穀害蟲族群密度變化

銅鑼農會之稻穀於 1996 年 8 月進倉時取樣調查，均無害蟲。往後每三個月調查一次，PP 袋儲存分兩區，第一區於第 15 倉外部進口處，其兩年內害蟲種類及族群密度消長如圖 1A，第二區於第 12 倉，害蟲密度消長如圖 1B。太空包儲存於第 15 倉內部，其結果如表圖 1C。所調查之害蟲種類大致相同，計有 10 種，分別為穀蠹(*Rhyzopertha dominica* (Fabricius))、麥蛾(*Sitotroga cerealella* (Olivier))及次級害蟲包含玉米象(*Sitophilus zeamais* Motschulsky)、米象(*Sitophilus oryzae* (L.))、擬穀盜(*Tribolium castaneum* (Herbst))、細擬穀盜(*Gnathocerus maxillosus* Fabricius)、長首穀盜(*Latheticus oryzae* Waterhouse)、暹邏穀盜(*Lophocateres pusillus* Klug)、角胸扁蟲(*Cryptolestes pusillus* Schonherr)、鋸胸粉扁蟲(*Oryzaephilus surinamensis* (L.))。其中玉米象與米象在外形上極為相像，可利用其前胸背板刻點之疏密及規則作為判別。但因調查時不易區分，故均以米象類(*Sitophilus* spp.) 代表此兩種害蟲。

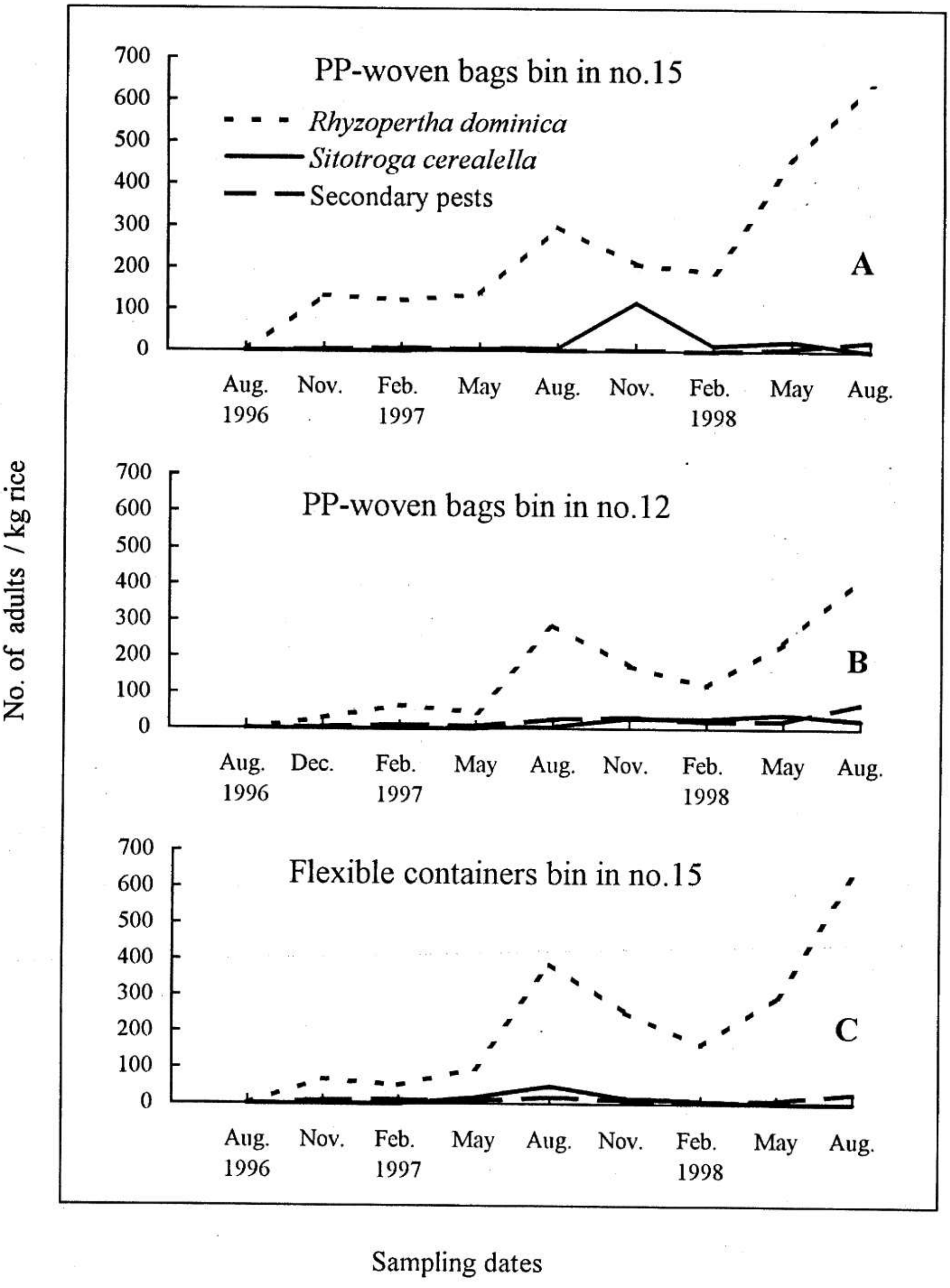

圖 1. 銅鑼農會稻穀不同儲存期間之主要及次要害蟲密度消長

Fig. 1. Population fluctuations of primary and secondary insects in rice stord for various periods in Tunglo

積穀害蟲族群以穀蠹密度最高，在第 15 倉 PP 袋儲存稻穀中，於儲存 3 個月後(1996.11)出現第一個高峰期，成蟲數已達每公斤稻穀中 134 隻；儲存 6 個月密度下降，蟲數 121 隻；儲存一年後再出現第二個高峰期，蟲數 300 隻；儲存 18 個月蟲數再下降至 192 隻；儲存二年後再逐漸上升，蟲數達 640 隻。在第 12 倉 PP 袋中，害蟲族群發展較緩，於儲存 6 個月後(1997.2)出現第一個高峰期，蟲數達 63 隻；儲存 9 個月蟲數下降爲 45.5 隻；儲存一年後再出現第二個高峰期，蟲數 287 隻；儲存 18 個月蟲數再下降爲 120 隻；儲存二年後再逐漸上升，蟲數 422 隻。在太空包裝中，害蟲族群發展亦相似，於儲存 3 個月後(1996.11)出現第一個高峰期，蟲數達 67.3 隻；儲存 6 個月蟲數下降至 49.6 隻；儲存一年後再出現第二個高峰期，蟲數 388 隻；儲存 18 個月蟲數再下降至 163 隻；儲存二年後再逐漸上升，蟲數 635 隻。歷次調查中，穀蠹佔害蟲數最低 63.5%，最高達 96.9%，總平均高達 86.8%。

另一主要害蟲麥蛾，其密度變化較大，在第 15 倉 PP 袋中，在儲存第一年中密度均甚低。但於儲存 15 個月(1997.11)出現第一次高峰達 117 隻；於 21 個月後再出現第二個高峰期，蟲數 24.1 隻；隨後密度再下降，於二年後蟲數僅佔 0.1%。在第 12 倉 PP 袋中，結果亦相似，於儲存 15 個月出現第一次高峰達 30 隻；於 21 個月後再出現第二個高峰期，蟲數 40.1 隻；隨後密度再下降，於二年後 25.3 隻。太空包裝中，族群之發展則與PP袋相異，於一年後(1997.8)達最高峰 49.1 隻，其餘密度均甚低，麥蛾密度總平均佔害蟲數之 5.9%。

次級害蟲如玉米象、細擬穀盜、暹邏穀盜等，密度均不高，在第 15 倉之 PP 袋中，儲存二年後達最高峰 24.1 隻。第 12 倉 PP 袋中，儲存二年後亦達最高峰 69.2 隻。太空包裝中，次級害蟲發展亦相似，儲存二年後亦達最高峰 29.4 隻，總平均佔 7.2%。

比較三處之害蟲族群密度，每季調查之蟲數經統計分析後，除第 9 個月之 PP 袋第 12 倉與其他兩處理有顯著差異外，其餘結果均無顯著差異。

積穀害蟲天敵，經調查主要發現粗腿花椿(*Xylocoris flavipes* (Reuter))及直腹僞蠍(*Chelifer nodosus* Schrank)。此兩種均爲捕食性天敵，主要捕食害蟲卵及幼蟲。數量上主要爲粗腿花椿，其族群消長如圖 2，而直腹僞蠍數量甚少。在第 15 倉PP袋中，粗腿花椿密度均不高，在儲存 21 個月達最高峰，每公斤稻穀中含 10.9 隻；在第 12 倉時 PP 袋中，於儲存一年後出現第一次高峰期，達 32.9 隻，與害蟲數相比約 1：9.8；在 21 個月後再出現第二次高峰期，達 14.9 隻。在太空包裝中，亦於一年後達最高峰，含 36.6 隻，與害蟲數相比約 1：12.5。

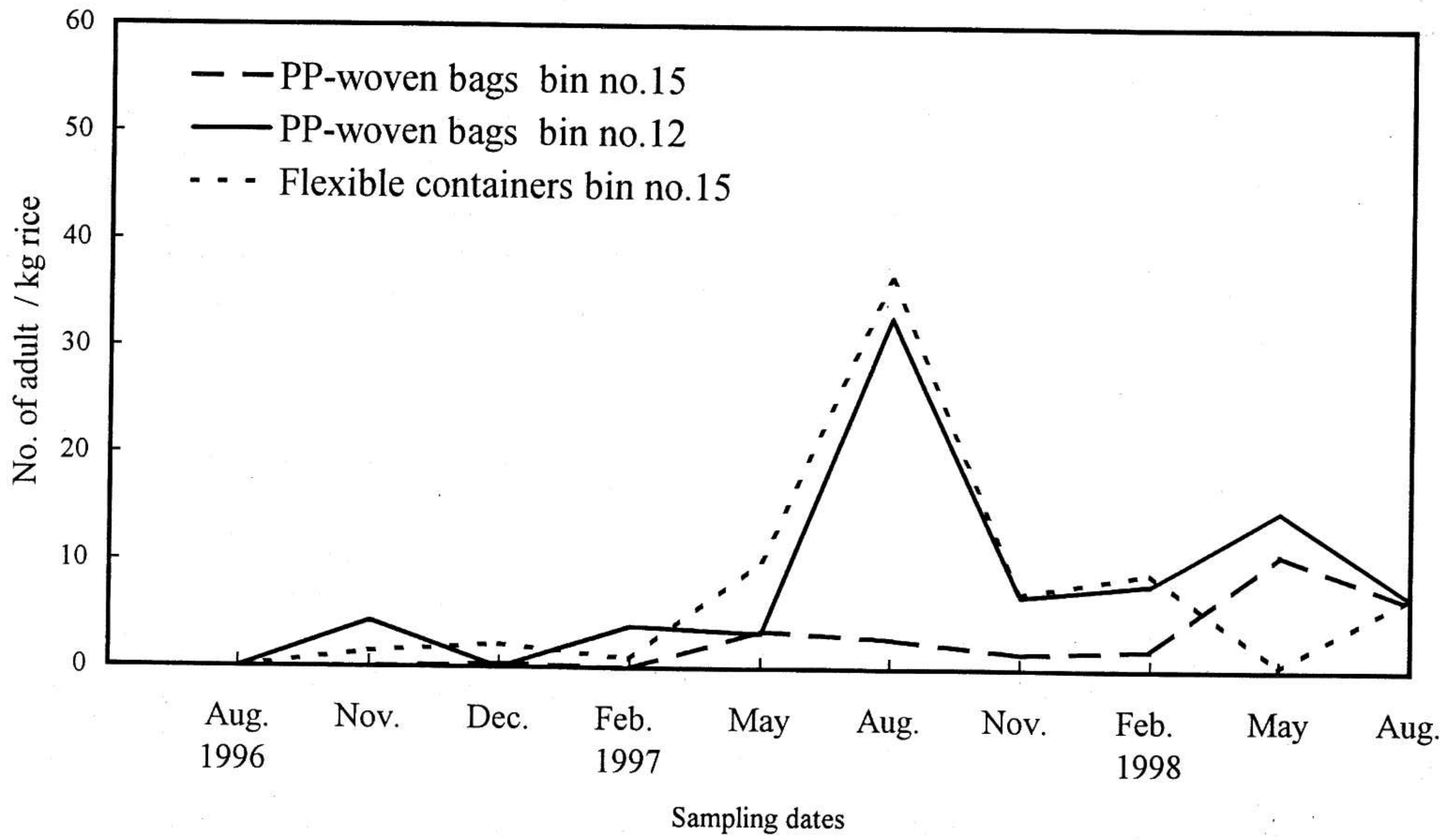

圖 2. 銅鑼農會不同儲存方式稻穀中害蟲天敵粗腿花椿之族群變化

Fig. 2. Popultion density of the predator *Xylocoris flavipes* in stored rice at Tunglo

南投市農會於 1995 至 1997 年配合糧食處進行 PP 袋平倉堆疊、棧板堆疊及太空包裝等三種儲存方式對稻穀儲存品質之影響試驗，因原先設計未包含積穀害蟲之監測，於銅鑼農會調查後，才開始配合監測積穀害蟲密度，故資料不全。該農會倉庫儲存稻穀之害蟲種類及族群密度變化如表 1，其害蟲種類較銅鑼農會少兩種，分別爲穀蠹、米象類、麥蛾、擬穀盜、暹邏穀盜、角胸扁蟲、鋸胸粉扁蟲。PP袋平倉堆疊三類害蟲數均較太空包裝及棧板堆疊爲少，其害蟲密度在 15 個月後僅 15.8 隻，二年後達 313 隻。太空包裝則略高，在 15 個月後 107 隻，二年後達 618 隻。棧板堆疊則密度甚高，在 15 個月後已達 518 隻，二年後 775 隻。

表 1. 南投農會不同儲存環境下稻穀之主要及次要害蟲密度及百分比

Table 1. Population densities and percentages of primary and secondary insects in rice stored for various periods with different packing methods at Nantou

Species	No. of adults / kg rice (adult / Total adult %)								
	PP-woven bag [z]			Flexible container [y]			wood pallet [x]		
	15 months [w]	21 months	Two years	15 months	21 months	Two years	15 months	21 months	Two years
Rhyzopertha domirica	4.1(25.9)	25.3(56.3)	198(63.5)	13.1(12.4)	113(65.2)	406(65.7)	1.5(0.3)	1.8(0.6)	35.7(4.6)
Sitotroga cerealella	5.1(32.3)	12.8(28.4)	82.1(26.3)	89.4(83.7)	26.4(15.2)	168(27.2)	513(99)	283(98.2)	698(90)
Other pests	6.6(41.8)	66.9(15.3)	27.8(10.1)	4.2(3.9)	34.2(19.8)	43.8(6.7)	4.1(0.7)	3.2(1.2)	41.5(5.4)
Total	15.8	45	313	107	173	618	518	288	775

[z] PP-woven bag： 60 kg of rice per bag

[y] Flexible container： 1,000 kg of rice per container

[x] Wood pallet： 60 kg of rice per bag, 25 bags per pallet

[w] 15 months： Mar. 1997; 21 months： Sept. 1997; two years： Dec. 1997

南投市農會之 PP 袋及太空包裝稻穀中，主要害蟲仍以穀蠹爲優勢種，但在蟲數比例上已有明顯下降，在 PP 袋中平均佔 48.5%；太空包裝中平均 47.8%；棧板堆疊中，穀蠹則非常少平均僅 2.7%。而麥蛾在棧板堆疊中則成爲最優勢種，平均 95.8%；在PP袋平倉堆疊中麥蛾亦較銅鑼農會密度高，平均 29%；太空包裝中狀況相似，平均 42.1%。次級害蟲密度亦較銅鑼農會高，在PP袋平均 22.4%；太空包裝中密度亦較銅鑼農會高，平均 10.1%；在棧板堆疊中，數量則較低，平均 2.4%。

在調查中亦發現捕食性天敵，爲粗腿花椿及直腹僞蠍，仍以粗腿花椿數量較多，在 PP 袋平倉堆疊中，儲存 15、21 個月及二年後蟲數分別爲 2.2、15.3、15.5 隻。在太空包裝中，三次調查分別爲 2.75、10.2、29.1 隻。在棧板堆疊中，分別爲 1.4、5、24.1 隻。

二、清倉時不同部位之害蟲密度及稻穀被害率調查

銅鑼農會稻穀儲存兩年後，PP 袋平倉堆疊於 1998 年 8 月進行清倉，其各儲存位置主要害蟲密度如圖 3A。害蟲種類在上層、中層及下層大致相同，惟中下層無麥蛾。害蟲數量仍以穀蠹最多，均高於 92.8%。上層平均害蟲總數爲每公斤稻穀 752 隻。中層之前面最高 584 隻，後面次之 328 隻，中間最少 181 隻。下層相似，前面最高 970 隻，後面次之 808 隻，中間最少 195 隻。太空包之堆疊，清倉結果如圖 3B，害蟲種類與平倉相似，其中下層亦無麥蛾。穀蠹仍爲多數，除上層因麥蛾數量佔 11.1%，而使比例降至 84.8%外，其餘均高於 96.3%。上層總數爲 872 隻。中層之前面 713 隻，內部 544 隻。下層相似，前面 1026 隻，內部 630 隻。

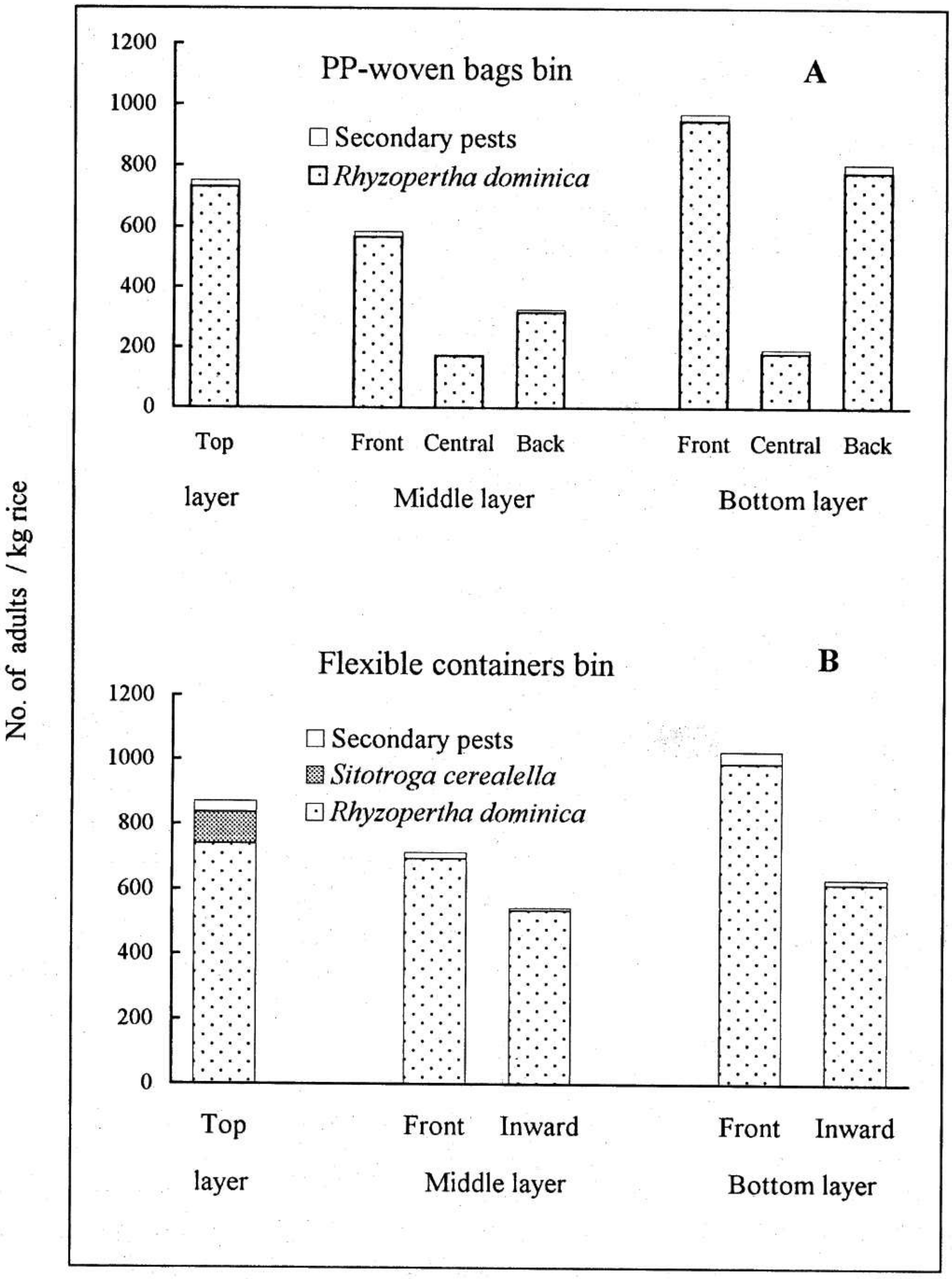

圖 3. 銅鑼農會 15 號倉稻穀在不同儲存位置之主要及次要害蟲密度

Fig. 3. Population densities of primary and secondary insects in rice stored for two years at different depths and positions in bin no. 15, Tunglo

討　論

本次試驗平倉堆疊所使用袋子與太空包裝袋子其材質均爲 Polypropylene，只在容量有所差異，平倉堆疊每袋約 60 公斤，太空包裝每袋可達 1,000 公斤，相差 16.7 倍。棧板堆疊則是每一個棧板上堆疊 60 公斤的穀袋 25 包左右，約 1,500 公斤。在銅鑼與南投市農會調查顯示，稻穀在三種堆疊處理下害蟲發生種類大致相同，均爲一般穀倉常見種類[7]。但主要害蟲卻有極大差異，在袋裝平倉及太空包裝堆疊稻穀中穀蠹數量最多，其次爲麥蛾。穀蠹及麥蛾均屬初級害蟲，可蛀食完整穀粒。張長泉等[8]在 1980 年比較稻穀袋裝及散裝貯存之害蟲發生，其主要害蟲爲穀蠹、邏邏穀盜、玉米象。在散裝倉中穀蠹佔總害蟲數之 54.8%，在袋裝倉中則高達 77.4%。姚美吉和羅幹成[2] 在 1992 年調查 57 處倉庫，穀蠹的比例亦高達 76.3%，顯示穀蠹持續爲倉庫中最優勢種。

在棧板堆疊稻穀中麥蛾卻成爲最優勢種，比例高達 95.8%，穀蠹數量反而甚少，只佔 2.7%。造成此現象的主要原因可能是棧板環境提供麥蛾大量繁殖的機會，因麥蛾喜產卵於袋的凹縫或稻穀的表面，棧板堆疊使穀袋外露的面積擴增 4 倍以上，使麥蛾侵入稻穀內產卵的機會大增。另麥蛾的繁殖期在溫度 21～30℃，相對濕度 80～93%時最短一世代只要 25 日[11]，遠較其他害蟲爲短，因此當環境合適時即能快速繁殖爲害。而南投市農會倉庫屬於大型集中倉，適合機械化作業，因此使用棧板堆疊的比例甚高，使整個倉庫區成爲合適麥蛾發展環境，本試驗袋裝平倉及太空包裝堆疊稻穀中麥蛾比例分別爲 29%及 42.1%，均遠較一般倉庫爲高，而穀蠹比例亦分別下降至 48.5%及 47.8%。稻穀之害蟲優勢種，有時亦受地理區不同而有變異，洪巧珍和黃振聲[6]在 1992 年調查稻穀主要害蟲，在北部及南部之倉庫以穀蠹爲主，分別佔 52.1 及 58.1%；中部以米象類爲主，佔 52.7%；在花東地區以麥蛾爲主，佔 70.8%。

彭武康[15]利用捕蟲器調查袋裝倉之積穀害蟲整年族群消長，鞘翅目害蟲密度高峰多出現於高溫季節，如穀蠹於 7 月及 9 月，而鱗翅目之麥蛾族群，第一次高峰在 5 月，次高峰在 11 月，但 6～10 月密度甚低。本試驗在銅鑼農會倉庫經兩年完整調查，所觀察到之害蟲族群消長，亦有相似之結果。穀蠹於 8 月間其密度達最高峰，在 2 月時密度最低。麥蛾在 PP 袋平倉則分別在 1997 年 11 及 1998 年 5 月出現高峰，而太空包裝卻在 8 月出現高峰。造成不同害蟲之族群消長差異，主要與害蟲之生長習性有關。穀蠹之生長適溫爲 32～35℃[22]，夏季高溫環境，最適於穀蠹之生長繁殖。而麥蛾之生長適溫爲 26～30℃，在 16℃以下，其生長發育則受阻[22]，因此在高溫或低溫環境均使麥蛾族群降低。其他次級害蟲如細擬穀盜、長首穀盜、邏邏穀盜、角胸扁蟲、鋸胸粉扁蟲，因無法蛀食完整穀粒，主要取食初級害蟲爲害後所產生之粉屑，所以其族群密度較低且隨初級害蟲之密度變動，當第二年 8 月穀蠹密度達到最高峰時，其他次級害蟲之密度亦達到最高峰。

粗腿花椿爲倉庫害蟲捕食性天敵，主要取食害蟲之卵、幼蟲及蛹。因此當害蟲密度增加時其密度亦隨之增加，在 8 月高溫時，其密度亦出現高峰。本次調查粗腿花椿密度最高時與害蟲總數相比，可達 10.2%，較 1992 年調查時 1.4%爲高[2]，顯示此天敵不只可立足於倉庫環境，且族群有逐漸升高之趨勢，值得進一步研究，未來將可應用於積穀害蟲之防治。

稻穀在倉庫的儲存位置及堆疊位置均影響害蟲爲害，以銅鑼農會第 15 倉 PP 袋堆疊放置於接近門口處，太空包裝則放置於同倉內部，另一 PP 袋堆疊放置於第 12 倉離出入口約 8 公尺，調查之害蟲數量雖經統計分析並無顯著差異，但以兩年結果來看，放置於接近門口處之 PP 袋堆疊稻穀中害蟲發生均較其他兩處理爲早且數量較多。堆疊位置差異，藉清倉調查時發現，PP 袋堆疊之中層中間部位害蟲數量最少，底層又高於上層，底層中又以前面靠近門口處最高。最少之中層中間與最多之底層前面的害蟲數相差有 5.4 倍。造成底層爲害反而高於上層的原因，可能爲 PP 袋堆疊之最下層放置棧板，使害蟲可藉由棧板所造成空間進行爲害，且棧板亦提供害蟲之棲息場所[1]。從害蟲的組成分析，穀蠹在各

層均能造成爲害，顯示穀蠹之垂直侵入能力遠優於其他害蟲，彭武康[12,13,14]調查亦有相似結果。而麥蛾只於上層發現，主要受限於麥蛾的產卵習性，其產卵深度 95%以上不超過 45 厘米，其餘亦不超過 50 厘米，以 0.60 厘米深度最多。孵化幼蟲通常由穀粒的胚部或損傷處蛀入，如在 2 日內不能蛀入穀粒取食，一般即死亡，因此麥蛾的爲害主要部位在稻穀表層[11]。太空包裝堆疊亦有相似結果，中層內部最少，前面高於內部，底層數量最高。但害蟲數量相近，並無顯著差異，主要因太空包裝堆疊，使包與包之間存有許多空隙，提供穀蠹侵入機會，使穀蠹在中下層之害蟲比率上高達 97.4%，在上層因袋口開啓尚發現麥蛾，而中下層並無麥蛾，其原因可能爲袋口因堆疊而掩蓋，且太空包之袋厚度遠較PP袋爲厚，使麥蛾無法順利產卵所致。麥蛾成蟲無法由袋裡飛出交尾，但其密度卻仍持續增加的原因可能爲碾米清倉時割破穀袋使麥蛾飛散，而許多農會已先行試用太空包裝儲存，其袋口並未密封亦使麥蛾密度增加之原因之一。

銅鑼農會儲存之稻穀爲第一期稻，南投市農會則爲第二期稻，從害蟲密度的消長分析，似乎第一期稻之害蟲數量較多且發展較快，但因比較之調查數太少，無法明確下定論。而造成不同期別稻穀之害蟲消長差異，主要可能爲第一期稻穀進倉時，正値害蟲發展之高峰期，害蟲之侵入機會增高及繁殖較快，使害蟲密度較第二期在隆冬時期進倉爲高。

現今穀倉環境逐漸改變，以往稻穀大都爲農民個別乾燥稻穀，再送至農會儲存，農會不可能將PP袋拆裝後再改以太空包儲存。但如今大部份農民不再自行乾燥稻穀，而是將收割後的濕穀直接送至農會之「穀物乾燥中心」進行乾燥。因此高容量又省人力的太空包裝儲存或以機械化之棧板堆疊，可行性逐漸大增。而現今倉庫管理最大的問題是工人難請、工資提昇，使管理成本逐漸增加。因此未來糧倉管理走向自動化是必然趨勢，依糧倉管理員經驗估計，以太空包裝儲存較傳統 PP 袋平倉堆疊可節省 3 倍以上人力，且工作效率更加提昇。本試驗調查 PP 袋平倉堆疊與太空包裝儲存在害蟲爲害上並無顯著差異，但棧板堆疊卻提供麥蛾大量繁殖機會，因此未來推薦此兩方法應用於稻穀儲存時，因穀蠹與麥蛾對推薦藥劑巴賽松均已產生極高抗藥性[3,4]，其害蟲的防治工作必須確實執行，方能避免積穀害蟲大量爲害而影響其米質。且以往於儲存後再以噴粉器將藥劑噴佈於穀堆之表層，無法防治內部害蟲，而使防治果效不彰。姚美吉[5]建議穀倉作業自動化時，應配合施藥自動化。在穀物乾燥後，於輸送入貯存槽前，加裝一個施藥設備，按稻穀流量與藥劑成一定比例混合進入貯存槽，再裝袋送入穀倉儲藏。如此流程不只可提昇害蟲防治效果，並可大幅減少防治所需的人工，且降低穀倉工作人員與藥劑的接觸，使工作環境更加健康、安全。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會 86-食品會報-11-1 及 87-食品會報-01-6 計畫之經費補助，文成後承本所應用動物系周樑鎰博士及王清玲博士不吝撥冗斧正，試驗期中並承本系李錦霞小姐、銅鑼農會、南投市農會、苗栗糧管處劉華光先生及南投糧管處徐麗香小姐之協助，謹此一併致謝。

引用文獻

1. 林樣。1958。穀蠹生活習性之觀察。農業研究 8：55-66.
2. 姚美吉、羅幹成。1992。台灣儲藏袋裝稉稻中之昆蟲種類及其族群密度。中華昆蟲 12：161-169.
3. 姚美吉、羅幹成。1994。穀蠹對巴賽松之抗藥性研究。中華昆蟲 14：331-341.
4. 姚美吉、羅幹成。1995。麥蛾對巴賽松之抗藥性研究。中華農業研究 44(2)：166-173.
5. 姚美吉。1997。穀倉害蟲防治自動化之展望。技術服務。32：7-9.
6. 洪巧珍、黃振聲。1992。台灣各類穀倉中稻穀、糙米及粗糠之害蟲調查。中華昆蟲 12：269-276。
7. 洪巧珍、謝豐國、黃振聲。1990。積穀害蟲監視及藥劑防治試驗。中華昆蟲 10：169-179.
8. 張長泉、劉廷英、呂理焜。 1981。 稻穀袋裝及散裝貯存之品質及害蟲發生之比較。 科學發展月刊 9(7)：592-603。

9. 粱崇仁、陳德能、林欉。1954。台灣稻穀貯藏之現狀及積穀害蟲爲害損失之調查。科學農業 2：34-41.
10. 陳隆華、蕭介宗、詹德弘。1997。稻穀乾燥中心之系統模擬。農業機械學刊 6：85-96.
11. 陳耀溪。1985。倉庫害蟲。農業出版社出版。557 頁。
12. 彭武康。1977。鞘翅類害蟲在穀倉之分佈。稻作與糧食研討會專輯。台灣植保中心印行 74-79 頁。
13. 彭武康。1978。臺灣鞘翅類穀倉害蟲之發生。中央研究院 50 週年院慶，昆蟲生態與防治研討會講稿集。中央研究院動物研究所第三號專刊 181-187 頁。
14. 彭武康。1979。鞘翅類害蟲在倉貯蓬萊稻、在來稻及長粒秈稻之發生研究。科學發展月刊 7：602-608。
15. 彭武康。1984。袋裝穀倉數種積穀害蟲族群消長及施用巴賽松對族群之影響。臺大植物病蟲害學刊 11：105-114。
16. 蕭介宗、周瑞仁、歐陽又新、陳金淵、朱翰緣。1992。台灣水稻收穫後系統之自動化。農業機械學刊 1：47-51.
17. 蕭介宗、周瑞仁、歐陽又新、彭智平、陳怡人。1994。自動化水稻收穫後系統之發展。農業機械學刊 3：67-72.
18. 謝豐國、洪麗梅、高穗生、徐士蘭。1980。倉儲米穀蟲害損失估計。植保會刊 22： 385-395.
19. 糧食局。1993。臺灣省政府糧食局糧政業務委託倉庫調查報告 497 頁。
20. 糧食局。1996。臺灣糧食統計要覽 1996 年版 188 頁。
21. Birch, L.C. 1953. Experimental background to the study of the distribution and abundance of the insect. 1. The influence of temperature, moisture and food on the innate capacity for increase of three grain-beetles. Ecology. 34： 698-711.
22. Howe, R. W. 1965. A summary of estimates of optimal and minimal condition for population increase of some stored product insects. J. Stored Prod. Res. 1：177-184.

Insect Populations in Stored Rice of Different Packing and Storing Methods in Taiwan[1]

Me-Chi Yao[2], Min-Tzong Yang[3] and Kang-Chen Lo[2]

Summary

Rice was traditionally stored in PP-woven bags in the warehouses of local farmers' associations in Taiwan, but new methods with wood pallets and flexible containers have gradually been accepted and favored. Pest populations of stored grains stored using wood pallets and flexible containers, in Tunglo were compared. Populations of stored product insects fluctuated with seasons. High temperature in the summer caused rapid development of the pests. Ten species of pests and two species of predators were found in stored rice. The lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica,* was the dominant species. It represented 86.8 % of the total insects collected. The second most prevalent pest was the angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella,* which consisted of 5.9 % of the total. The major predator was *Xylocoris flavipes.* Its population densities correlated positively with those of pests. Damage of rice was more serious in bags stored at top and bottom layers. There was no significant difference in pest populations between rice packed in PP-woven bags and flexible containers. Pest populations of rice stored in PP-woven bags, wood pallets and flexible containers were compared in Nantou. About 95.8% of the insects collected from wood pallets were the angoumois grain moth, whereas the lesser grain borer was the major pest of rice packed in PP-woven bags and flexible containers. Compared with the traditional PP-woven bags, the wood pallets and the flexible containers are more efficient and more economical. These two new methods are recommended for the storage of rice in the future.

Key words：PP-woven bag, Wood pallet, Flexible container, Stored product insects, *Rhyzopertha dominica* Fabricius, *Sitotroga cerealella* Olivier, *Xylocoris flavipes* (Reuter).

---

1. Contribution No. 1963 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Entomologist and Senior Entomologist, Department of Applied Zoology,TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Junior Specialist, Food Department, Taiwan Provincial Government, Taipei.